نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۹۴-۷۵

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, p. 75-94

سنجش وضعیت امنیت آبی در استان‌های ایران

حبیب اله سلامی[1]*- عمران طاهری ریکنده[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

چکیده

آنچه به عنوان اصل راهبردی در مسیر توسعهٔ پایدار مطرح است، ایجاد توازن میان سیاست‌های توسعه و وضعیت منابع پایه موجود کشور می‌باشد. از این‌رو برای مدیریت بهینهٔ منابع آب و سازگار نمودن سیاست‌های استفاده از زمین‌های زراعی با وضعیت منابع موجود استان‌هـای کشـور، دسترسـی بـه اطلاعات مربوط به وضعیت امنیت آبی استان‌های مختلف بر حسب فاکتورهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی ضروری می‌باشد. پژوهش حاضر به دنبـال سنجش وضعیت امنیت آبی کشور با استفاده از شاخص فقر آبی مـی‌باشـد. بـرای ایـن منظـور بـا اسـتفاده از اطلاعـات و آمـار اجتمـاعی، اقتصـادی و زیست‌محیطی در طول دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۴ و به کارگیری شاخص فقر آبی به ارزیابی سطح امنیت آبی استان‌های ایران پرداخته شـده اسـت. بـر اسـاس شاخص فقر آبی محاسبه شده برای استان‌های مختلف کشور، استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، کرمان، هرمزگان و گلستان با نـاامنی آبـی شـدید و استان‌های تهران و گیلان نیز با امنیت آبی ضعیف روبرو می‌باشند. همچنین پنج استان آذربایجان شرقی، زنجان، سمنان، کرمانشاه و لرسـتان در طبقـهٔ امنیت آبی بالا و پنج استان بوشهر، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، کردستان و مرکزی در طبقهٔ امنیت آبی کامل مـی‌باشـند. از آنجـا کـه ریشه فقر آبی موجود در استان‌های مختلف متفاوت می‌باشد، پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از بدتر شدن وضعیت امنیـت آبـی در کشـور برنامـه‌ریـزان بخش آب، برای نجات هر یک از استان‌های کشور بر روی عواملی که در این مطالعه برای هر یک از استان‌ها مشخص شده است، تمرکز نمایند.

واژه‌های کلیدی: امنیت آبی، شاخص فقر آبی، ایران

مقدمه

امروزه دستیابی ایمن به منابع آب بـرای نیـل بـه هـدف رشـد و توسعهٔ اقتصادی پایدار، به عنوان یکـی از هـدف‌هـای اصـلی جوامـع بشری مطرح می‌باشد. به طوری که در اهداف توسعهٔ هزارهٔ سوم[3]، بر دسترسـی کـافی بـه منـابع آب و کـاهش خسـارت‌هـای اجتمـاعی و اقتصادی ناشی از ناامنی‌های آبی تأکیـد شـده اسـت (۲۴ و ۲۶). ایـن اهداف مجـدداً در کنفـرانس ملـل متحـد در ژوهانسـبورگ[4] در سـال ۲۰۰۲ و انجمن جهانی آب[5] در کیوتو[6] در سال ۲۰۰۳ مورد تأکید قرار گرفته است. در این راستا محققان انجمـن جهـانی اقتصـاد[7] در سـال ۲۰۰۹ معتقدند که با توجه به ارتباط نزدیک امنیت آبی و تولیـد مـواد غذایی، انرژی، آب و هوا، رشد اقتصادی و امنیت انسانی، عمـده‌تـرین خطری که جهان امروز را به چالش می‌کشـاند، نـاامنی آبـی اسـت. از این‌رو صیانت و حفظ منابع آبی، بهره‌برداری اقتصادی و عادلانه از آب و برقراری امنیت آبی یک مسئله مهم جهـانی اسـت (۱۸ و ۲۱). ایـن مسئله در ایران که از نظر اقلیمـی در ناحیـه خشـک و نیمـه خشـک جهان واقع شده و آب در آن همواره بـه عنـوان یـک نهـاده کمیـاب مطرح بوده از اهمیت بسشتری برخوردار است. در چنین شرایطی آنچه که به عنوان اصل راهبردی در مسیر توسعهٔ پایـدار مـی‌بایسـت مـورد توجه قرار گیرد، ایجـاد تـوازن میـان سیاسـت‌گـذاری‌هـای توسـعه و وضعیت منابع پایه موجود می‌باشـد. کمیتـه فنـی مجمـع جهـانی آب معتقد است، منابع آب باید به صورت یکپارچه مدیریت شود. مـدیریت یکپارچه منابع آب فرایندی است کـه توصـیه مـی‌کنـد، رونـد توسـعهٔ اقتصادی و اجتماعی کشورها باید به طور هماهنگ و سازگار با منـابع آب و زمین بوده، به نحوی که پایداری اکوسیستم‌های حیاتی، قـدرت تولید آتی آن‌ها و تحقق نیازهای آبی را به مخاطره نیندازد (۷). این در حالی است که چنین رویکردی در سیاست‌های توسعه کشور بـویژه در بخش کشاورزی کمتر دیده می شود. برای مثـال، مقایسـهٔ چگـونگی رشد سـطح زیرکشـت محصـولات زراعـی آبـی بـا وضـعیت اقلیمـی استان‌های مختلف حاکی از آن است که در برخی از استان‌های کشور،

---

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری اقتصاد کشـاورزی، دانشـکده اقتصـاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: hsalami@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead2.v0i0.77072
3- Third millennium development goals
4- Johannesburg
5- World water forum
6- Kyoto
7- World economic forum

توسعهٔ سطح زیرکشت محصولات، هماهنگ با شرایط اقلیمی مناطق صورت نگرفته است. برای نمونه در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان که با توجه به آمارهای متوسط بلندمدت بارندگی از استان‌های کم‌آب کشور محسوب می‌شوند (متوسط بارندگی به ترتیب ۱۳۸ و ۸۵ میلی‌متر)، سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای آبی که محصولی آب‌بر است به ترتیب از ۱۰۵۸ و ۶۶۴ هکتار در سال ۱۹۸۹ به ۲۵۴۵۲ و ۵۷۶۳ هکتار در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. به طور مشابه سطح زیرکشت گندم آبی در استان‌های یزد و هرمزگان (متوسط بارندگی ۶۷ و ۲۱۰ میلی‌متر)، نیز به ترتیب از ۱۴۵۲۵ و ۵۵۰۳ هکتار در سال ۱۹۸۹ به ۲۶۵۷۳ و ۱۳۷۱۳ هکتار در سال ۲۰۱۳ توسعه یافته است. در مورد محصولات و استان‌های دیگر هم چنین وضعیتی مشاهده می‌شود. این عدم همخوانی نشان می‌دهد که در تدوین و اجرای سیاست‌های گوناگون از سوی دولت جهت توسعهٔ فعالیت‌های مختلف اقتصادی در مناطق مختلف، ملاحظات زیست‌محیطی مرتبط با منابع آب کمتر مد نظر قرار می‌گیرد. این‌گونه سیاست‌گذاری توسعه در ایران منجر به تهدید منابع آب کشور شده و برقراری امنیت آبی را در کشور با چالش جدی مواجه نموده است. وقوع چالش‌های عدیده‌ای همچون تخلیهٔ آب‌های زیرزمینی، نشست زمین، خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه‌ها و آب دریاچه‌ها، آلودگی آب و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی بر این حقیقت اشاره دارد که مدیریت منابع آبی و چگونگی بکارگیری آن در ایران نیازمند بازنگری جدی است. این بازنگری نیامند سازگار نمودن سیاست‌های توسعهٔ بخش‌های مختلف با وضعیت منابع موجود استان‌های کشور است. لذا، ضروری است که منابع آب مناطق مختلف از لحاظ فاکتورهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی مورد سنجش مستمر قرار گرفته و با تعیین وضعیت کم‌آبی استان‌های مختلف به رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته شود و بر اساس آن سیاست‌های توسعه‌ای صورت پذیرد.

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که ارزیابی وضعیت منابع آبی و سنجش امنیت آبی در مناطق مختلف مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. آلوارز و همکاران (۳) در مطالعه‌ای با استفاده از شاخص فقر آبی به ارزیابی منابع آب مناطق نیمه‌گرمسیری در هوآستکا پوتوسینا[1] مکزیک پرداختند. برای این منظور آن‌ها از مجموع وزنی استاندارد شدهٔ شش مؤلفهٔ منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت، کیفیت و محیط زیست استفاده نموده‌اند. برای محاسبهٔ این مؤلفه‌ها نیز از متغیرهای منابع آب سطحی، منابع آب زیرزمینی، حجم مصرف، سهم جمعیتی که به آب آشامیدنی دسترسی دارند، سهم جمعیتی که به آب پاکیزه دسترسی دارند، سهم اراضی آبی از کل نواحی کشاورزی، درآمد، نرخ مرگ و میر در کودکان زیر پنج سال، شاخص آموزش، ضریب جینی، مصرف آب داخلی، مصرف آب کشاورزی، مصرف آب صنعتی، اراضی به کار گرفته شده، مناطق حفاظت شده و اطلاعات کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که ارزش نهایی شاخص فقر آبی برای حوضهٔ آبریز والس ریو[2] برابر با ۵۹ (از ۱۰۰) می‌باشد. پان و همکاران (۱۸) در پژوهشی به بررسی امنیت آبی و ارزیابی مشکلات اصلی پیش‌روی مدیریت و بهره‌برداری آب در حوضه‌های رودخانه‌های هایه[3]، شیول[4] و شیانگ[5] در استان گانسو[6] چین پرداختند. برای این منظور آن‌ها از شاخص فقر آبی استفاده نموده‌اند که پنج مؤلفهٔ منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیطزیست در آن مد نظر قرار گرفت. در این مطالعه مؤلفهٔ منابع شامل متغیرهای منابع آب سرانه و ضریب جریان سطحی، مؤلفهٔ دسترسی شامل متغیرهای تعداد پزشکان به ازای هر هزار نفر، عرضه آب سطحی و عرضه آب زیرزمینی؛ مؤلفهٔ مصرف شامل متغیرهای آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی، خانگی، صنعت و بوم‌شناختی؛ مؤلفهٔ ظرفیت شامل متغیرهای سطح آموزش، تولید ناخالص داخلی، درآمد خالص سالانه روستاییان و درآمد قابل تصرف سالانه شهرنشینان و مؤلفهٔ محیط‌زیست شامل متغیرهای نرخ رقیق‌سازی، تخریب مراتع، اراضی جنگلی حمایت‌شده، میزان مناطق دارای خاک شور، اراضی کویری و اراضی ماسه‌ای تثبیت‌شده بوده است. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که حوضه رودخانه شیول مناسب‌ترین وضعیت را از لحاظ فقر آبی داراست. همچنین وضعیت مؤلفهٔ محیطزیست در حوضه رودخانه هایه و وضعیت مؤلفه‌های ظرفیت و منابع در حوضه رودخانه شیانگ مساعد نیست. ژانگ و همکاران (۲۹) در مطالعه‌ای با به کارگیری شاخص فقر آبی به ارزیابی میزان تنش آبی حوضهٔ رودخانهٔ شیانگ[7] در چین پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که منطقهٔ مین‌کین[8] با مقدار شاخص فقر آبی ۲۶/۳ از وضعیت مناسبی برخوردار نیست. اما منطقهٔ جینگ‌چانگ[9] با ارزش نهایی ۶۶/۹ برای شاخص فقر آبی دارای وضعیت نسبی بهتری می‌باشد. جمالی و ماتیوسی (۸) در پژوهشی با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی[10] رویکردی برای ایجاد وزن‌های اجزای شاخص فقر آبی ارائه دادند و در نهایت با به کارگیری شاخص فقر آبی بهبودیافته[11] به سنجش وضعیت فقر آبی استان‌های تونس پرداختند. علاوه بر مطالعات شرح داده شده در این زمینه

1- Huasteca Potosina

2- Río Valles
3- Heihe
4- Shule
5- Shiyang
6- Gansu
7- Shiyang
8- Minqin
9- Jingchang
10- Principal component analysis
11- Improved water poverty index

می‌توان به پژوهش‌های متعدد دیگری از قبیل آووجوبی (۴)، جانسون و ویلک (۹)، لی و همکاران (۱۳)، نورمن و همکاران (۱۷)، ماناندهار و همکاران (۱۶)، لاتزه و مانسریسیلیک (۱۱)، لی و همکاران (۱۴) و سالیوان و همکاران (۲۴) نیز که در مقیاس‌های جغرافیایی مختلفی انجام شده است، اشاره کرد. با توجه به مرور پژوهش‌های متعدد انجام شده مشخص شد در حالی که مطالعات متعددی در خارج از کشور با هدف سنجش امنیت آبی و کمیابی آبی مناطق مختلف انجام شده اما در ایران مطالعه‌ای با هدف بررسی همه‌جانبهٔ وضعیت امنیت آبی استان‌های مختلف کشور انجام نشده است. از این‌رو پژوهش پیش‌رو در تلاش است این خلا اطلاعاتی را پر نماید و تصویری از وضعیت امنیت آبی در استان‌های مختلف فراهم نماید.

مواد و روش‌ها

امنیت آبی مفهومی گسترده و نسبتاً جدید است که برای اولین‌بار مشارکت جهانی آب[1] (۶ و ۷) آن را به عنوان یک هدف اساسی تشریح کرده است. بر این اساس امنیت آبی زمانی برقرار است که "هر فرد در جامعه به آب سالم با مقدار کافی و هزینه‌ای قابل قبول برای یک زندگی پاک، سالم و مولد دسترسی داشته باشد، در حالی که اطمینان حاصل شود محیط زیست محافظت شده و بهبود می‌یابد". همان‌طور که از تعریف ارائه شده بر می‌آید، امنیت آبی بیانی جامع از یک وضعیت ایده‌آل می‌باشد که برای برقراری آن، چگونگی وضعیت کنونی بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، برای ایجاد شناخت کافی بایستی منابع آبی مورد سنجش واقع شود.

ارزیابی منابع آب همواره اقدامی دشوار بوده، زیرا مستلزم آن است که ابعاد مختلف فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی، سازمانی و زیست‌محیطی به صورت همه‌جانبه مورد ملاحظه قرار گیرد (۱۶ و ۲۸). در طول سال‌های أخیر پیش‌بینی تشدید وضعیت بحرانی و تداوم روند نامطلوب وضعیت منابع آبی در سطح جهان موجب شد تا محققان و سازمان‌های بین‌المللی جهت ارزیابی وضعیت امنیت آبی به ارائهٔ رویکردهای متفاوتی بپردازند. یکی از رویکردهای متداول در این زمینه، تدوین، توسعه و استفاده از شاخص‌ها در سطوح مختلف می‌باشد (۹). زیرا که امنیت آبی یک مفهوم چندبعدی است و امکان استفاده از یک متغیر برای نشان دادن ابعاد مختلف آن وجود ندارد. بنابراین از روش شاخص‌سازی برای بیان این کمیت استفاده می‌شود (۲۳). با توجه به چارچوب توصیه شده توسط مشارکت جهانی آب، به منظور مشخص کردن اجزاء شاخص کمی امنیت آبی بایستی مراحل چندگانه‌ای طی شود (۱۵، ۲۳ و ۲۷). ابتدا باید ابعاد کلیدی مرتبط با امنیت آبی تعیین شود. سپس با توجه به آمار و اطلاعات در دسترس و کمی، شاخص‌ها و زیرشاخص‌هایی که این ابعاد کلیدی را به خوبی منعکس سازند، انتخاب گردد. پس از آن بایستی از میان رویکردهای آماری موجود در ادبیات روش مناسبی برای استانداردسازی[2] این شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها تعیین شود. در ادامه معادلهٔ مناسبی برای ترکیب شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در هر یک از ابعاد امنیت آبی تدوین شده و در نهایت به منظور ارزیابی و مقایسهٔ وضعیت مناطق مختلف امنیت آب کلی محاسبه گردد.

تاکنون شاخص‌های متعددی جهت بررسی وضعیت منابع آبی در سطوح مختلف، توسط محققان ارائه شده که یکی از مناسب‌ترین آن‌ها شاخص فقر آبی[3] می‌باشد. این شاخص که برای نخستین‌بار توسط سالیوان (۲۲) معرفی شد به عنوان یک ابزار چندبعدی و جامع با یکپارچه‌سازی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با آب در مقیاس‌های جغرافیایی مختلف، می‌باشد. این شاخص درک بهتری از پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت بهینه منابع آب فراهم می‌کند (۱۰ و ۲۴). از این‌رو می‌توان به واسطهٔ آن وضعیت منابع آبی مناطق مختلف را مورد سنجش قرار داد و جایگاهشان را از لحاظ فاکتورهای فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با کمبود آب رتبه‌بندی کرد و از این طریق به الویت‌بندی تمرکز سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و عمومی پرداخت. همچنین می‌توان از آن به عنوان یک شاخص عملکرد در جهت نظارت و ارزیابی سیاست‌های دولت در حوزه آب استفاده نمود (۱۹).

شاخص فقر آبی از پنج مؤلفهٔ اصلی مرتبط با آب تشکیل شده است که عبارتند از: مؤلفه منابع[4]، مؤلفه دسترسی[5]، مؤلفه ظرفیت[6]، مؤلفه مصرف[7] و مؤلفه محیطزیست[8]. هر کدام از این مؤلفه‌ها توسط شاخص‌ها و متغیرهایی اندازه‌گیری می‌شوند (۱۲). با توجه به اینکه هر کدام از شاخص‌های تشکیل‌دهنده مؤلفه‌ها دارای واحدهای متفاوتی‌اند، جهت تجمیع، مقایسه و تفسیر، ابتدا مقدار آن‌ها استانداردسازی می‌شود تا اندازهٔ عددی هر کدام از این شاخص‌ها در بازهٔ ۰ تا ۱۰۰ قرار گیرد. برای این منظور در رابطه با متغیرهایی که دارای واحد هستند از روش حداقل – حداکثر[9] استفاده می‌شود (۲۸).

مؤلفه منابع، دستیابی فیزیکی به منابع آب را در مقیاس‌های جغرافیایی مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ارزش بالاتر آن بیانگر وفور منابع آب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. جهت محاسبه این

1- Global water partnership (GWP)

2- Normalizing
3- Water poverty index
4- Resources
5- Access
6- Capacity
7- Use
8- Environment
9- Minimum-maximum method

مؤلفه باید منابع آب را از لحاظ نوسانات، کمیت و کیفیت بررسی نمود. اما از آنجا که کیفیت منابع آب در مؤلفه محیط‌زیست وارد می‌شود، جهت جلوگیری از دوباره‌شماری فقط کمیت و نوسانات دستیابی به منابع آب در نظر گرفته می‌شود (۱۶، ۲۲ و ۲۴). مؤلفه منابع از طریق دو شاخص قابل محاسبه می‌باشد. اول شاخص دستیابی[1] و دوم شاخص نوسانات[2]. کاهش دستیابی به منابع آب به مفهوم افزایش فقر آبی و دستیابی به آب بیشتر، موجب انعطاف‌پذیری بیشتر جامعه در رابطه با منابع آب می‌شود. این شاخص از طریق متغیر حجم منابع آب زیرزمینی و سطحی سالانه بر حسب متر مکعب به دست می‌آید و به صورت سرانه در نظر گرفته می‌شود تا فشار جمعیت را بر روی منابع آب را نشان دهد (۲ و ۲۲). شاخص نوسانات هم جهت بررسی میزان اطمینان از دستیابی به منابع آب در تجزیه و تحلیل‌ها وارد مؤلفه منابع می‌شود. برای این منظور می‌توان از ضریب تغییرات متغیر بارندگی در طی یک دوره زمانی (مثلاً ۱۰ ساله) استفاده کرد (۲۸). ضریب تغییرات بالاتر به معنی اطمینان کمتر از دستیابی به منابع آب در زمان و مکان‌های مختلف می‌باشد. معمولاً برای این شاخص یک حد آستانه‌ای مشخص می‌کنند. در این مطالعه به پیروی از وان تی و همکاران (۲۸) و ماناندهار و همکاران (۱۶) ضریب تغییرات بیش از ۳۰ درصد بیانگر وضعیت آسیب‌پذیر منابع آب در نظر گرفته می‌شود.

مؤلفهٔ دسترسی دومین مؤلفهٔ شاخص فقر آبی است که دسترسی کافی به آب در بخش‌های مختلف تقاضاکننده و سیستم‌های تخلیه و تصفیهٔ فاضلاب را مد نظر قرار می‌دهد. این مهم موجب بهبود وضعیت اقتصادی و بهداشت مناطق مختلف می‌شود که جهت حفظ رشد اقتصادی و ارتقاء سلامت جامعه بسیار ضروری است (۲۸). عدم کفایت در دسترسی به منابع آب علاوه بر کاهش روند توسعهٔ بخش‌های مختلف اقتصادی مناطق، موجب اتلاف زمان و هزینهٔ بیشتر افراد جهت به دست آوردن آب می‌شود که می‌توانست در فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی صرف شود (۱۶ و ۲۵). از این رو در مؤلفه دسترسی میزان منابع آب در دسترس بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعتی مد نظر قرار گرفته که بر اساس شاخص‌هایی مانند سرانهٔ تعداد انشعاب آب در نقاط شهری و روستایی تحت پوشش شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی، درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری، درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی از کل جمعیت و درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیرکشت در تجزیه و تحلیل‌ها وارد می‌شوند.

مؤلفه ظرفیت بیانگر توانایی و کارایی سیستم مدیریت منابع آب است. با توجه به ارتباط میان شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی مناطق مختلف و مدیریت منابع آب آن‌ها، اهمیت این شاخص‌ها در مطالعات متعددی مورد تأیید قرار گرفته است. این مؤلفه شامل دو شاخص ظرفیت‌های اجتماعی و ظرفیت‌های اقتصادی می‌باشد. جهت ارزیابی ظرفیت‌های اجتماعی مناطق، می‌توان از متغیرهای نرخ باسوادی و نرخ مشارکت اقتصادی استفاده نمود. متغیر نرخ باسوادی به صورت درصد جمعیت باسواد شش سال به بالا تعریف می‌شود. ارزش بالاتر این متغیر بیانگر ظرفیت اجتماعی بالاتر افراد مناطق مختلف در تطبیق شرایط زندگی‌شان با شرایط کم‌آبی و نقش مثبت در مدیریت منابع آب می‌باشد (۵ و ۲۴). متغیر نرخ مشارکت اقتصادی که از تقسیم جمعیت فعال ۱۰ ساله و بیشتر بر کل جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر به دست می‌آید. این متغیر به نوعی بیانگر توان فیزیکی بالاتر افراد در واکنش به تنش کم‌آبی بوده که ارزش بالاتر آن موجب افزایش ظرفیت‌های اجتماعی مناطق خواهد شد (۱، ۵ و ۱۹). برای اندازه‌گیری ظرفیت‌های اقتصادی مناطق می‌توان از متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و میزان اشتغال غیرکشاورزی استفاده نمود. متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه بیانگر توان اقتصادی مناطق مختلف در دستیابی به تکنولوژی، انجام سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آب، افزایش توانایی عرضه آب و بهبود وضعیت مدیریت منابع آب می‌باشد (۱ و ۱۹). با توجه به اینکه فعالیت‌های کشاورزی معمولاً با ریسک بالا و بازدهی پایین همراه است. افزایش کسب و کار غیر کشاورزی، قابلیت اطمینان به درآمد و در نتیجه ظرفیت اقتصادی مردم را در مدیریت منابع آب افزایش می‌دهد. لذا متغیر میزان اشتغال غیر کشاورزی در تجزیه و تحلیل‌ها وارد خواهد شد (۵ و ۱۹). در مؤلفه مصرف بایستی میزان آب مورد استفاده در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده آب (خانگی، کشاورزی و صنعتی) در تجزیه و تحلیل‌ها وارد شود. بنابراین، از متغیر سرانه مصرف آب خانگی در مناطق شهری و روستایی (مترمکعب به ازای هر نفر) استفاده خواهد شد. اما با توجه به نبود اطلاعات آماری قابل اطمینان در مورد مصرف آب در بخش کشاورزی از متغیر درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیرکشت استفاده خواهد شد (۲۸). اساساً مناطق مختلف جهت در امان ماندن از خشکسالی‌ها و افزایش عملکرد به کشت آبی روی می‌آورند. از این رو افزایش سهم اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیرکشت می‌تواند بیانگر تنش آبی موجود در منطقه باشد (۲۹). لذا این متغیر دارای تأثیر منفی بر اندازهٔ شاخص فقر آبی است[3].

با توجه به اینکه بقای سیستم‌های زیست‌محیطی یکی از پیش‌نیازهای توسعه پایدار است در محاسبهٔ شاخص فقر آبی، مؤلفه

1- Availability
2- Variability

۳- البته در برخی از مطالعات خارجی با توجه به این منطق که هر چه مناطق مختلف دارای آب بیشتری باشند، به سبب نقش این نهاده در افزایش عملکرد محصول به کشت آبی می‌پردازند؛ بر اثر مثبت این متغیر در شاخص فقر آبی اشاره شده است.

محیط‌زیست مد نظر قرار می‌گیرد. زیرا یکپارچگی محیطی موجب افزایش ظرفیت غلبه بر تنش‌های ناشی از کم‌آبی و تداوم منافع اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستم‌ها خواهد شد (۲۴). در مؤلفه محیط‌زیست مقدار توزیع کودهای شیمیایی، میزان فروش سموم شیمیایی به ازای هر هکتار از اراضی زیرکشت و شاخص پوشش گیاهی در تجزیه و تحلیل‌ها وارد می‌شود. کودها و سموم شیمیایی در صورتی که به طور بی‌رویه مصرف شوند از طریق هرزآب‌ها موجب آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی خواهند شد. از این‌رو می‌توان مصرف کودها و سموم شیمیایی بیشتر در واحد سطح را به منزلهٔ افزایش احتمال آلودگی منابع آب و ایجاد تنش‌های زیست‌محیطی بیشتر تلقی کرد. بنابراین، متغیرهای مقدار توزیع کودهای شیمیایی و میزان فروش سموم شیمیایی به ازای هر هکتار از اراضی زیرکشت در استان‌های مختلف جهت تجزیه و تحلیل مؤلفه محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۴). در شاخص پوشش گیاهی، میزان حفاظت از یکپارچگی زیست‌محیطی مرتبط با منابع آب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. محققان معتقدند که روی آوردن به اقدامات ناپایداری از قبیل تغییر کاربری اراضی، به زیر کشت بردن زمین‌های غیرکشاورزی، کشت غیرعلمی و چرای بیش از حد موجب تخریب پوشش گیاهی مناطق مختلف می‌شود. نابودی پوشش‌های گیاهی سبب ایجاد اختلال در اکوسیستم‌های طبیعی و چرخه آب و افزایش احتمال فرسایش خاک شده و از این طریق بر آسیب‌پذیری منابع آب می‌افزاید (۱۶ و ۱۹). از این رو بایستی میزان پوشش گیاهی استان‌های مختلف در محاسبات شاخص فقر آبی مد نظر قرار گیرد. اما با توجه به عدم دسترسی به آمارهای مورد نیاز در طول دورهٔ تحت بررسی، از درصد مساحت مناطق حفاظت شده تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست از کل مساحت استان به عنوان متغیر جایگزین استفاده شده است. زیرا هر چقدر سهم بیشتری از مساحت استان‌ها تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست مورد محافظت قرار گیرد، آن استان‌ها نهایتاً می‌توانند پوشش گیاهی مناسب‌تری داشته باشند.

مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده شاخص فقر آبی و اجزای آن‌ها در جدول (۱) ارائه شده است:

پس از استانداردسازی هر یک از متغیرهای اشاره شده، ابتدا متوسط آن‌ها را محاسبه می‌شود که بیانگر مقدار هر مؤلفه می‌باشد. سپس با استفاده از روش میانگین‌گیری وزنی مقدار شاخص فقر آبی در استان‌های مختلف محاسبه می‌شود، که به صورت زیر می‌باشد:

$$WPI = \sum_{i=1}^{N} w_i X_i \Big/ \sum_{i=1}^{N} w_i \quad ,N = 1,\ldots,5 \qquad (۱)$$

که در آن WPI مقدار شاخص فقر آبی برای هر استان، X ارزش مؤلفه‌ها، i اندیس مؤلفه‌ها و w وزن هر مؤلفه می‌باشد. با توجه به پنج مؤلفه اشاره شده در بالا شاخص فقر آبی به صورت زیر بدست می‌آید (۱۶، ۲۲ و ۲۴):

$$WPI = \frac{w_r R + w_a A + w_c C + w_u U + w_e E}{w_r + w_a + w_c + w_u + w_e} \qquad (۲)$$

شاخص فقر آبی محاسبه شده در بالا که متوسط وزنی پنج مؤلفهٔ اشاره شده می‌باشد، عددی بین صفر تا صد دارد که عدد بزرگتر بیانگر وضعیت مناسب‌تر استان مربوطه می‌باشد. لازم به ذکر است که در مطالعهٔ حاضر با توجه به توصیهٔ سالیوان و همکاران (۲۵) وزن پنج مؤلفهٔ یاد شده یکسان در نظر گرفته شده است. به عقیدهٔ سالیوان و همکاران (۲۵) [1] بایستی وزن مولفه‌ها در محاسبهٔ شاخص فقر آبی یکسان در نظر گرفته شود. آن‌ها معتقدند که با وجود اینکه می‌توان از روش‌های مختلف آماری و نظرات مبتنی بر قضاوت‌های شخصی برای محاسبهٔ وزن مؤلفه‌ها استفاده نمود؛ اما این روش‌ها با محدودیت‌هایی نیز همراه هستند. روش‌های آماری هدفمند و دقیق بوده اما ممکن است منافع تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران را منعکس نسازند. از طرف دیگر عقاید مبتنی بر قضاوت‌های شخصی، بیشتر ذهنی بوده و در برخی موارد با خطاهایی همراه است (۱۰). از این رو برای اجتناب از این موارد با توجه به مطالعات پاندی و همکاران (۱۹)، سالیوان و همکاران (۲۵) و ژانگ و همکاران (۲۹) وزن مولفه‌ها به طور یکسان در محاسبات لحاظ می‌شود.

پس از محاسبهٔ شاخص فقر آبی به طبقه‌بندی استان‌های مختلف کشور پرداخته می‌شود. در این راستا از رویکرد درجه‌بندی میانگین و انحراف معیار مبتنی بر شاخص فقر آبی استفاده خواهد شد. برای این منظور میانگین و انحراف معیار شاخص فقر آبی (WPI_1، WPI_2، ...، WPI_{30}) که به ترتیب با $\overline{WPI}$ و σ_{WPI} نشان داده می‌شود، محاسبه شده و دامنه‌های مختلف ایجاد می‌گردد. چگونگی ایجاد طبقه‌ها و شرح آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است (۲۰).

آمار و اطلاعات مورد نیاز در مطالعهٔ حاضر از منابع آماری مختلفی جمع آوری شده است. مقدار منابع آب زیرزمینی و سطحی سالانه از شرکت مدیریت منابع آب؛ میزان بارش، تعداد انشعاب آب در نقاط شهری و روستایی، جمعیت تحت پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری، افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی، نرخ باسوادی، نرخ مشارکت اقتصادی، تولید ناخالص داخلی، نرخ اشتغال غیر کشاورزی، مصرف آب خانگی سالانه در مناطق شهری و روستایی، مقدار توزیع کودهای شیمیایی، میزان فروش سموم دفع آفات، مساحت مناطق حفاظت شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست، کل مساحت و جمعیت استان‌های کشور از سالنامه‌های آماری سازمان آمار و اراضی زیر کشت آبی و کل زمین‌های زیرکشت از سازمان جهاد کشاورزی ایران گردآوری شده است.

1- Mean and standard deviation grading method

جدول ۱- مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و متغیرهای تشکیل‌دهنده شاخص فقر آبی

Table 1- Components, Indicators and Variables of the water poverty index

مؤلفه Component	شاخص Indicator	متغیر Variable	واحد Unit	معادله استانداردسازی Standardization	ارتباط با WPI Relation with WPI
منابع Resources	دسترسی Availability	مقدار منابع آب زیرزمینی سالانه به ازای هر فرد در هر استان The amount of groundwater resources annually per person in each province	متر مکعب m^3	$R_{GW}=\frac{X_j-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}}\times 100$	+
		مقدار منابع آب سطحی سالانه به ازای هر فرد در هر استان The amount of annual surface water resources per person in each province	متر مکعب m^3	$R_{SW}=\frac{X_j-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}}\times 100$	+
	نوسانات Variability	ضریب تغییرات متغیر بارندگی در یک دوره زمانی ۱۰ ساله The coefficient of variation of rainfall over a period of 10 years	بدون واحد No unit	$R_V=\left(1-\frac{X_j}{0.3}\right)\times 100;$ $if\ X_j\geq 0.3, R_V=0$	-
دسترسی Access		سرانهٔ تعداد انشعاب آب در نقاط شهری و روستایی Per capita number of water splits In urban and rural areas	فقره item	$A_B=\frac{X_j-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}}\times 100$	+
		درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری Percentage of population covered by municipal wastewater collection and disposal services	درصد %	$A_S=\frac{X_j}{TX_j}\times 100$	+
		درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی از کل جمعیت Percentage of people covered by the social security organization of the total population	درصد %	$A_I=\frac{X_j}{TX_j}\times 100$	+
ظرفیت Capacity	ظرفیت‌های اجتماعی Social capacity	نرخ باسوادی در جمعیت بالای ۶ سال Literacy rate of age≥ 6 yr	درصد %	$C_{LR}=\frac{X_{L6}}{X_{P6}}\times 100$	+
		نرخ مشارکت اقتصادی Economic participation rate	درصد %	$C_{EPR}=\frac{X_{a10}}{X_{p10}}\times 100$	+
	ظرفیت‌های اقتصادی Economic capacity	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت GDP at constant prices	ریال Rial	$C_{GDP}=\frac{\log(X_j)-\log(X_{\min})}{\log(X_{\max})-\log(X_{\min})}\times 100$	+
		نرخ اشتغال غیر کشاورزی Non agricultural employment	درصد %	$C_{NAE}=\frac{X_{NAE}}{X_{TE}}\times 100$	+

مصرف Use		سرانه مصرف آب خانگی سالانه در مناطق شهری و روستایی Annual per capita household water consumption in urban and rural areas	متر مکعب m^3	$U_D = \left(1 - \frac{100 - X_j}{100 - 20}\right) \times 100$ $if \ X_j > 100, U_D = 100$ $if \ X_j < 20, U_D = 0$	+
		درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیرکشت Portion of irrigated land to cultivated land	درصد %	$U_{LUI} = \left(\frac{U_{max} - U_j}{U_{max} - U_{min}}\right) \times 100$	-
محیط‌زیست Environment	تنش‌های زیست‌محیطی Environmental stress	مقدار توزیع کودهای شیمیایی به ازای هر هکتار از اراضی زیرکشت در استان‌های مختلف کشور The amount of fertilizer used per hectare of cultivated land in different provinces of the country	کیلوگرم در هکتار kg/ha	$E_F = \left(\frac{X_{max} - X_j}{X_{max} - X_{min}}\right) \times 100$	-
		میزان فروش سموم دفع آفات به ازای هر هکتار از اراضی زیرکشت در استان‌های مختلف کشور The amount of pesticides used per hectare of cultivated land in different provinces of the country	لیتر در هکتار l/ha	$E_T = \left(\frac{X_{max} - X_j}{X_{max} - X_{min}}\right) \times 100$	-
	پوشش گیاهی Vegetation coverage	درصد مساحت مناطق حفاظت شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست از کل مساحت استان Percentage of protected areas under the management of the Environmental Protection Agency from the total area of the province	درصد %	$E_V = \frac{X_j}{TXP_j} \times 100$	+

جدول ۲- چگونگی طبقه‌بندی شاخص فقر آبی در استان‌های ایران
Table 2- Classification of WPI values for Iran's provinces

معیار طبقه‌بندی Grading criterion	طبقه Grade
$WPI < \overline{WPI} - 1.0\sigma_{WPI}$	ناامنی آبی Water unsafe
$\overline{WPI} - 1.0\sigma_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} - 0.5\sigma_{WPI}$	امنیت ضعیف آبی Lower safe
$\overline{WPI} - 0.5\sigma_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} + 0.5\sigma_{WPI}$	امنیت متوسط آبی Moderate safe
$\overline{WPI} + 0.5\sigma_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} + 1.0\sigma_{WPI}$	امنیت بالای آبی Upper safe
$WPI \geq \overline{WPI} + 1.0\sigma_{WPI}$	امنیت کامل آبی Full safe

مأخذ: ۲۰ Source: 20

نتایج و بحث

با توجه به رویکرد شرح داده شده، پس از گردآوری اطلاعات مورد نیاز، هر یک از متغیرهای مورد استفاده استانداردسازی شده‌اند که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

پس از آن، هر یک از مؤلفه‌های شاخص فقر آبی در استان‌های مختلف کشور با استفاده از میانگین‌گیری از متغیرهای مربوطه مورد محاسبه قرار گرفته است. جدول ۵ مقدار این مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج آمارهای توصیفی شاخص فقر آبی و مؤلفه‌های آن نیز در جدول ۴ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار حداقل و حداکثر شاخص فقر آبی در استان‌های ایران به ترتیب برابر با ۲۷/۳۸ (مربوط به استان سیستان و بلوچستان) و ۵۲/۱۷ (مربوط به استان چهارمحال و بختیاری) می‌باشد. بر این اساس دامنهٔ تغییرات شاخص برابر ۲۴/۷۹ است. همچنین میانگین شاخص فقر آبی کشور برابر با ۴۱/۶۳ می‌باشد. بررسی آمارهای توصیفی مؤلفه‌های پنج‌گانهٔ شاخص فقر آبی در کشور نشان می‌دهد که مؤلفهٔ منابع با میانگین ۱۱/۲۹ کم‌ترین مقدار را در میان مؤلفه‌ها داشته است. این مؤلفه در میان پنج مؤلفهٔ شاخص فقر آبی، دارای کم‌ترین مقدار حداقل (۰/۴۷)، بیش‌ترین مقدار ضریب تغییرات که از تقسیم انحراف معیار بر میانگین حاصل می‌شود (۱/۰۹) و بیش‌ترین مقدار دامنهٔ تغییرات (۶۶/۲) بوده است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت استان‌های کشور از لحاظ مؤلفهٔ منابع در وضعیتی نامناسب و توزیع آن در میان استان‌ها نامتوازن است. این عدم توازن در هیچ یک از مؤلفه‌های دیگر وجود ندارد. پس از مؤلفهٔ منابع، مؤلفهٔ دسترسی با میانگین ۴۱/۴۸ دارای کم‌ترین مقدار است که بیانگر دسترسی ناکافی بخش‌های مختلف تقاضاکننده به آب و سیستم‌های تخلیه و تصفیهٔ فاضلاب است. مؤلفهٔ ظرفیت کم‌ترین انحراف معیار (۷/۴۵) و دامنهٔ تغییرات (۳۱/۷۵) را داشته است که نشان می‌دهد تفاوت در استان‌های مختلف در این مولفه از سایر مؤلفه‌ها کم‌تر می‌باشد. با توجه به اینکه این مؤلفه بیش‌ترین مقدار میانگین (۵۵/۳) را دارد، به نظر می‌رسد که استان‌های کشور از لحاظ ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی شرایط مساعدتری را نسبت به سایر مولفه‌ها دارند. مؤلفهٔ مصرف نیز در میان مؤلفه‌ها دارای انحراف معیار بالایی است (۱۴/۵۹) که بیانگر تفاوت‌های زیاد در استان‌های مختلف کشور است.

با توجه به نتایج جدول ۵ در مؤلفهٔ منابع استان‌های چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد و سمنان به ترتیب با مقدار ۶۶/۶۷، ۳۴/۷۰ و ۱۸/۱۸ در جایگاه اول تا سوم قرار دارند. پس از بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مولفه برای سه استان یاد شده مشخص می‌شود که این استان‌ها از لحاظ سرانهٔ منابع آب زیرزمینی و سطحی سالانه وضعیت بسیار مناسبی دارند. در این میان استان‌هایی از قبیل مازندران و گیلان که عقیدهٔ عموم افراد بر پرآب بودن آن‌ها است با وجود اینکه از نظر نوسانات دستیابی به منابع آب (ضریب تغییرات متغیر بارندگی سالانه) حائز رتبهٔ اول و دوم می‌باشند، به سبب سرانهٔ منابع آب زیرزمینی و سطحی سالانه در تجزیه و تحلیل‌های مؤلفهٔ منابع، به ترتیب دارای جایگاه پنجم و دهم بوده‌اند. همچنین در این مؤلفه استان‌های تهران، سیستان و بلوچستان و بوشهر به ترتیب با مقادیر ۰/۴۷، ۲/۷۲ و ۲/۸۷ دارای وضعیت نامناسبی بوده که می‌توان این نتیجه را به منابع آب سطح و زیرزمینی پایین و نوسانات بالای بارش آن‌ها نسبت داد.

جدول ۳- متغیرهای استاندارد شده مورد استفاده در محاسبه شاخص فقر آبی[1]

Table 3- Standardized variables used in the computing water poverty index

استان Province	R_{GW}	R_{SW}	R_V	A_B	A_S	A_I	C_{LR}	C_{EPR}	C_{GDP}	C_{NAE}	U_D	U_{LUI}	E_F	E_T	E_V
آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	1.76	2.71	7.28	56.69	54.00	46.83	82.10	39.80	14.11	81.00	52.50	73.73	84.93	94.82	0.08
آذربایجان غربی Azerbaijan, West	7.78	3.83	14.07	32.22	56.00	29.61	78.80	41.90	5.43	64.20	46.67	65.81	79.39	96.53	0.00
اردبیل Ardabil	1.06	3.85	9.48	49.96	41.00	34.87	80.80	42.50	10.09	60.00	39.56	77.79	74.84	92.68	0.07
اصفهان Isfahan	17.13	2.24	0.00	46.82	58.00	58.49	87.80	39.60	28.20	89.30	93.34	11.34	0.00	87.83	0.03
ایلام Ilam	8.23	30.63	0.00	49.91	38.00	39.44	82.30	36.90	34.10	74.70	56.09	72.71	44.29	96.20	0.07
بوشهر Bushehr	6.34	2.28	0.00	39.88	23.00	73.74	83.60	34.10	100.00	83.00	67.85	55.54	80.55	98.92	0.03
تهران Tehran	0.00	1.40	0.00	0.00	21.90	59.67	90.40	36.31	48.51	98.36	87.67	0.29	33.81	97.39	0.18
چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	100.00	100.00	0.00	48.28	54.00	43.32	82.50	36.70	8.51	83.40	41.55	44.32	53.15	96.56	0.09
خراسان جنوبی Khorasan, North	23.96	7.80	0.00	72.61	28.00	33.97	82.50	38.10	7.27	69.80	59.70	18.85	87.66	99.98	0.03
خراسان رضوی Khorasan, Razavi	13.87	1.41	0.00	51.95	36.00	37.77	86.30	36.50	12.29	75.30	70.62	33.14	57.72	97.58	0.06
خراسان شمالی Khorasan, South	15.17	8.73	6.05	46.65	28.00	31.57	80.30	37.80	6.13	62.80	33.18	69.42	66.99	97.88	0.03
خوزستان Khuzestan	0.21	13.24	0.00	29.34	53.00	55.00	83.50	33.70	70.26	83.30	94.09	17.77	11.99	91.67	0.05
زنجان Zanjan	15.75	13.50	0.00	43.46	18.00	43.92	82.40	41.60	13.98	66.80	53.29	92.38	93.71	98.36	0.10
سمنان Semnan	22.98	31.55	0.00	92.44	14.00	66.88	88.40	33.90	30.59	87.30	74.85	18.53	44.19	97.98	0.11
سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	7.98	0.18	0.00	2.06	12.00	20.36	71.60	26.10	0.00	76.00	22.52	13.10	84.39	100.00	0.03
فارس Fars	30.14	0.00	0.00	53.47	24.00	39.16	86.30	37.30	17.77	75.80	78.38	27.88	22.32	86.62	0.06

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

ادامه جدول ۳- متغیرهای استاندارد شده مورد استفاده در محاسبه شاخص فقر آبی

Table 3 Continued- Standardized variables used in the computing water poverty index

استان Province	R_{GW}	R_{SW}	R_V	A_B	A_S	A_I	C_{LR}	C_{EPR}	C_{GDP}	C_{NAE}	U_D	U_{LUI}	E_F	E_T	E_V
قزوین Qazvin	19.28	12.22	4.48	47.56	55.00	58.99	84.10	39.80	23.85	78.00	58.62	40.42	53.36	95.52	0.02
قم Qom	10.80	13.20	0.00	38.28	20.00	51.70	86.60	34.50	9.20	94.70	66.49	4.22	24.30	0.00	0.03
کردستان Kurdistan	10.10	10.25	0.00	34.54	97.00	33.38	78.00	39.90	5.39	70.90	43.01	100.00	100.00	99.25	0.06
کرمان Kerman	35.73	0.11	0.00	36.98	5.00	36.36	82.20	34.30	17.73	70.90	42.63	0.50	6.01	95.35	0.05
کرمانشاه Kermanshah	14.96	8.08	0.00	29.54	64.00	33.25	81.70	33.20	12.38	72.50	46.95	93.75	65.64	97.11	0.05
کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	43.04	61.07	0.00	36.34	18.00	38.91	81.90	30.20	81.63	80.30	56.25	82.05	67.15	96.81	0.12
گلستان Golestan	6.96	1.71	3.23	32.46	10.00	33.13	83.00	38.60	6.82	70.70	35.17	58.97	48.23	88.79	0.02
گیلان Gilan	1.46	3.47	28.84	33.41	62.00	40.86	84.30	38.80	13.55	74.90	39.77	25.78	23.41	95.00	0.09
لرستان Lorestan	13.60	28.81	0.00	31.19	54.00	35.67	80.40	37.00	5.81	70.40	43.90	86.20	74.60	98.21	0.06
مازندران Mazandaran	6.49	4.11	32.48	44.04	6.00	50.53	85.70	39.10	20.61	80.80	62.51	45.78	41.53	77.41	0.16
مرکزی Markazi	33.47	13.63	0.00	48.09	52.00	59.14	83.80	36.90	32.41	79.60	69.17	58.58	59.63	94.48	0.04
هرمزگان Hormozgan	11.98	1.54	0.00	21.58	34.00	45.60	83.70	32.80	28.83	85.10	50.84	1.42	46.39	97.23	0.10
همدان Hamadan	15.96	8.41	8.53	37.04	60.00	34.63	82.60	37.90	9.79	75.20	42.09	71.13	74.43	95.36	0.03
یزد Yazd	14.22	1.12	0.00	100.00	12.00	71.88	87.80	35.60	39.49	89.10	76.98	0.00	42.94	96.24	0.03

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ٤- آمارهای توصیفی شاخص فقر آبی و مولفه‌های آن
Table 4- Descriptive statistics of the Poverty Index and its components

	مؤلفه منابع Resources	مؤلفه دسترسی Access	مؤلفه ظرفیت Capacity	مؤلفه مصرف Use	مؤلفه محیط زیست Environment	شاخص فقر آبی Water poverty index
میانگین Average	11.29	41.48	55.30	51.13	48.97	41.63
انحراف معیار Standard deviation	12.27	10.97	7.45	14.59	12.29	6.44
حداقل Minimum	0.47	11.47	43.43	17.81	8.11	27.38
حداکثر Maximum	66.67	61.29	75.18	72.83	66.44	52.17
دامنه تغییرات Range	66.20	49.82	31.75	55.03	58.33	24.79

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

در مؤلفهٔ دسترسی نیز استان‌های یزد، سمنان و کردستان به ترتیب با مقادیر ۶۱/۲۹، ۵۷/۷۷ و ۵۴/۹۷ در جایگاه اول تا سوم قرار دارند. با بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مؤلفه مشخص می‌شود که این نتیجه با توجه به امکانات و تجهیزات بالای مرتبط با آب در این استان‌ها توجیه پذیر است. به عنوان نمونه استان یزد بر اساس نتایج جدول ۳ از لحاظ سرانه تعداد انشعاب آب در نقاط شهری و روستایی تحت پوشش شرکت‌های آب و فاضلاب در جایگاه نخست و استان سمنان نیز در جایگاه دوم کشور می‌باشند. در این مؤلفه استان‌های سیستان و بلوچستان، گلستان و کرمان با مقادیر ۱۱/۴۷، ۲۵/۲ و ۲۶/۱۱ وضعیت نامناسبی دارند. در مؤلفهٔ ظرفیت استان‌های بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد و تهران به ترتیب با مقادیر ۷۵/۱۸، ۶۸/۵۱ و ۶۸/۴ از وضعیت مناسبی برخوردارند. در اکتساب این نتیجه نقش متغیر محصول ناخالص داخلی سرانه بسیار برجسته بوده است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که این استان‌های کشور دارای ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی فراوانی جهت مدیریت مطلوب‌تر منابع آبی می‌باشند. بر عکس، استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان شمالی و آذربایجان غربی با مقادیر ۴۳/۴۳، ۴۶/۷۶ و ۴۷/۵۸ از ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی پایینی در مدیریت منابع آب برخوردار می‌باشند. بر اساس نتایج جدول ۳ علت نامناسب بودن مؤلفهٔ ظرفیت در این استان‌ها را می‌توان به مقدار پایین نرخ با سوادی و محصول ناخالص داخلی سرانه دانست. اگرچه که این استان‌ها از لحاظ دو متغیر دیگر مورد محاسبه در این مؤلفه هم در نیمهٔ پایین جدول نتایج استان‌ها قرار دارند. نتایج محاسبهٔ مؤلفهٔ مصرف نشان می‌دهد که استان‌های زنجان، کردستان و کرمانشاه با مقادیر ۷۲/۸۳، ۷۱/۵۱ و ۷۰/۳۵ به ترتیب در جایگاه اول تا سوم قرار دارند. در این مؤلفه وضعیت استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان مناسب نمی‌باشد که می‌توان علت این مورد را به سرانه مصرف آب خانگی پایین و سهم بالای سطح زیرکشت آبی از کل اراضی آن‌ها نسبت داد. در مؤلفهٔ محیط زیست نیز رتبهٔ اول تا سوم با مقادیر ۶۶/۴۳، ۶۴/۰۵ و ۶۲/۵۵ مربوط به استان‌های کردستان، زنجان و خراسان جنوبی می‌باشد. با بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مؤلفه مشخص می‌شود که عمده‌ترین دلیل این نتیجه مصرف پایین کودها و سموم شیمیایی در اراضی کشاورزی این استان‌ها بوده است. این اقدام می‌تواند منجر به کاهش نفوذ مواد آلاینده به منابع آب سطحی و زیرزمینی گردد. اما در این مولفه وضعیت استان‌های قم، اصفهان و کرمان بحرانی می‌باشد.

در مرحلهٔ بعد مقدار شاخص فقر آبی استان‌های مختلف با استفاده از مؤلفه‌های یاد شده محاسبه گردید و پس از تشکیل طبقه‌های پنج‌گانهٔ شرح داده شده در بخش گذشته، به تقسیم‌بندی آن‌ها در طبقه‌ها پرداخته شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است.

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود پنج استان کشور با بحران شدید آبی مواجه هستند و دو استان کشور نیز از امنیت آبی پایین برخوردارند. همچنین پنج استان کشور با امنیت کامل آبی و پنج استان نیز با امنیت آبی بالا روبرو بوده‌اند.

استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، کرمان، هرمزگان و گلستان با مقادیر ۲۷/۳۸، ۲۸/۸۷، ۲۸/۹۴، ۳۳/۹۸ و ۳۴/۳۴ برای شاخص فقر آبی ناامن‌ترین استان‌های کشور می‌باشند. در این میان استان سیستان و بلوچستان در سه مؤلفهٔ دسترسی، ظرفیت و مصرف کم‌ترین مقادیر را در استان‌های کشور دارا می‌باشد. علت اصلی قرارگیری استان قم در این طبقه را باید در مؤلفهٔ محیط زیست جستجو کرد. زیرا این استان بیش‌ترین میزان مصرف سموم شیمیایی را در میان استان‌های کشور دارد. علاوه بر این از لحاظ میزان مصرف کودهای شیمیایی و حفاظت از محیط زیست نیز عملکرد مناسبی نداشته است.

جدول ۵- نتایج محاسبه مؤلفه‌های شاخص فقر آبی در استان‌های کشور

Table 5- Results of calculation of components of Water Poverty Index in the provinces of Iran

رتبه Rank	منابع Resources استان province	نمره score	دسترسی Access استان province	نمره score	ظرفیت Capacity استان province	نمره score	مصرف Use استان province	نمره score	محیط زیست Environment استان province	نمره score	شاخص فقر آبی WPI استان province	نمره score
1	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	66.67	یزد Yazd	61.29	بوشهر Bushehr	75.18	زنجان Zanjan	72.83	کردستان Kurdistan	66.44	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	52.17
2	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	34.70	سمنان Semnan	57.77	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	68.51	کردستان Kurdistan	71.51	زنجان Zanjan	64.05	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	51.63
3	سمنان Semnan	18.18	کردستان Kurdistan	54.97	تهران Tehran	68.40	کرمانشاه Kermanshah	70.35	خراسان جنوبی Khorasan, South	62.55	کردستان Kurdistan	49.65
4	مرکزی Markazi	15.70	اصفهان Isfahan	54.44	خوزستان Khuzestan	67.69	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	69.15	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	61.47	بوشهر Bushehr	49.02
5	مازندران Mazandaran	14.36	قزوین Qazvin	53.85	یزد Yazd	63.00	لرستان Lorestan	65.05	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	59.95	مرکزی Markazi	48.44
6	لرستان Lorestan	14.14	مرکزی Markazi	53.08	اصفهان Isfahan	61.23	ایلام Ilam	64.40	بوشهر Bushehr	59.83	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	46.75
7	ایلام Ilam	12.95	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	52.51	سمنان Semnan	60.05	مرکزی Markazi	63.87	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	58.64	زنجان Zanjan	46.59
8	قزوین Qazvin	11.99	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	48.53	مرکزی Markazi	58.18	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	63.12	لرستان Lorestan	57.62	سمنان Semnan	46.02
9	کرمان Kerman	11.95	خوزستان Khuzestan	45.78	هرمزگان Hormozgan	57.61	بوشهر Bushehr	61.70	همدان Hamadan	56.61	لرستان Lorestan	45.10
10	گیلان Gilan	11.26	بوشهر Bushehr	45.54	ایلام Ilam	57.00	اردبیل Ardabil	58.68	اردبیل Ardabil	55.86	کرمانشاه Kermanshah	44.90
11	همدان Hamadan	10.96	گیلان Gilan	45.42	مازندران Mazandaran	56.55	همدان Hamadan	56.61	خراسان شمالی Khorasan, North	54.97	ایلام Ilam	44.73
12	خراسان جنوبی Khorasan, South	10.59	خراسان جنوبی Khorasan, South	44.86	قزوین Qazvin	56.44	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	56.24	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	54.69	قزوین Qazvin	44.29
13	فارس Fars	10.05	همدان Hamadan	43.89	قم Qom	56.25	خوزستان Khuzestan	55.93	کرمانشاه Kermanshah	54.27	همدان Hamadan	43.89
14	خراسان شمالی Khorasan, North	9.98	ایلام Ilam	42.45	فارس Fars	54.29	مازندران Mazandaran	54.15	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	51.78	یزد Yazd	42.86

15	زنجان Zanjan	9.75	کرمانشاه Kermanshah	42.26	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	54.25	فارس Fars	53.13	مرکزی Markazi	51.38	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	42.06
16	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	8.56	اردبیل Ardabil	41.94	گیلان Gilan	52.89	اصفهان Isfahan	52.34	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	49.94	اردبیل Ardabil	41.93
17	قم Qom	8.00	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	41.90	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	52.78	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	51.88	قزوین Qazvin	49.63	خوزستان Khuzestan	41.69
18	کرمانشاه Kermanshah	7.68	لرستان Lorestan	40.28	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	52.60	خراسان شمالی Khorasan, North	51.30	هرمزگان Hormozgan	47.91	خراسان جنوبی Khorasan, South	41.34
19	کردستان Kurdistan	6.78	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	39.28	همدان Hamadan	51.37	قزوین Qazvin	49.52	سمنان Semnan	47.43	اصفهان Isfahan	40.75
20	اصفهان Isfahan	6.46	فارس Fars	38.88	کرمان Kerman	51.28	گلستان Golestan	47.07	ایلام Ilam	46.86	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	40.65
21	یزد Yazd	5.11	قم Qom	36.66	زنجان Zanjan	51.19	سمنان Semnan	46.69	یزد Yazd	46.41	خراسان شمالی Khorasan, North	39.68
22	خراسان رضوی Khorasan, Razavi	5.09	خراسان شمالی Khorasan, North	35.41	کرمانشاه Kermanshah	49.94	تهران Tehran	43.98	گلستان Golestan	45.68	مازندران Mazandaran	39.66
23	اردبیل Ardabil	4.80	زنجان Zanjan	35.13	گلستان Golestan	49.78	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari	42.93	تهران Tehran	43.79	فارس Fars	38.54
24	هرمزگان Hormozgan	4.51	هرمزگان Hormozgan	33.73	خراسان جنوبی Khorasan, South	49.42	خراسان جنوبی Khorasan, South	39.27	مازندران Mazandaran	39.70	تهران Tehran	36.77
25	خوزستان Khuzestan	4.48	مازندران Mazandaran	33.52	کردستان Kurdistan	48.55	یزد Yazd	38.49	گیلان Gilan	39.50	گیلان Gilan	36.37
26	گلستان Golestan	3.96	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	31.08	لرستان Lorestan	48.40	قم Qom	35.35	فارس Fars	36.33	گلستان Golestan	34.34
27	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	3.92	تهران Tehran	27.19	اردبیل Ardabil	48.35	گیلان Gilan	32.78	خوزستان Khuzestan	34.57	هرمزگان Hormozgan	33.98
28	بوشهر Bushehr	2.87	کرمان Kerman	26.11	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	47.58	هرمزگان Hormozgan	26.13	کرمان Kerman	33.80	کرمان Kerman	28.94
29	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	2.72	گلستان Golestan	25.20	خراسان شمالی Khorasan, North	46.76	کرمان Kerman	21.57	اصفهان Isfahan	29.29	قم Qom	28.87
30	تهران Tehran	0.47	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	11.47	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	43.43	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	17.81	قم Qom	8.11	سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	27.38

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ٦- طبقه‌بندی استان‌های ایران بر اساس شاخص فقر آبی
Table 6- Classification of provinces of Iran based on the water poverty index

نا‌امنی آبی Water unsafe	امنیت ضعیف Lower safe	امنیت متوسط Moderate safe	امنیت بالا Upper safe	امنیت کامل Full safe
WPI<35.2	35.2≤WPI<38.41	38.41≤WPI<44.85	44.85≤WPI<48.07	WPI≥48.07
سیستان وبلوچستان Sistan and Baluchestan	تهران Tehran	آذربایجان غربی Azerbaijan, West	آذربایجان شرقی Azerbaijan, East	بوشهر Bushehr
قم Qom	گیلان Gilan	اردبیل Ardabil	زنجان Zanjan	چهارمحال و بختیاری Chahar Mahaal and Bakhtiari
کرمان Kerman		اصفهان Isfahan	سمنان Semnan	کردستان Kurdistan
گلستان Golestan		ایلام Ilam	کرمانشاه Kermanshah	کهگیلویه وبویراحمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad
هرمزگان Hormozgan		خراسان جنوبی Khorasan, North	لرستان Lorestan	مرکزی Markazi
		خراسان رضوی Khorasan, Razavi		
		خراسان شمالی Khorasan, South		
		خوزستان Khuzestan		
		فارس Fars		
		قزوین Qazvin		
		مازندران Mazandaran		
		همدان Hamadan		
		یزد Yazd		

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

این موارد موجب شد تا این استان از لحاظ مولفهٔ محیط زیست بدترین وضعیت را در میان استان‌های کشور داشته باشد که منجر به رتبهٔ پایین امنیت آبی این استان شده است. قرارگیری استان کرمان در این طبقه را نیز می‌توان به مقادیر پایین مولفه‌های دسترسی، مصرف و محیط زیست مرتبط دانست. همچنین، استان هرمزگان در مولفه‌های منابع، دسترسی و مصرف به ترتیب در جایگاه ۲۴، ۲۴ و ۲۸ ام قرار دارد که علت ناامنی آبی در آن را می‌توان به موارد اشاره شده نسبت داد. استان گلستان نیز به سبب وضعیت نامناسب آن در دو مولفهٔ منابع و دسترسی در این طبقه قرار گرفته است. بر اساس نتایج جدول ۵ استان‌های گیلان (۳۶/۳۷) و تهران (۳۶/۷۷) نیز در این طبقه‌بندی از امنیت ضعیف آبی برخوردار بوده‌اند.

با توجه به نتایج استان‌های چهارمحال و بختیاری (۵۲/۱۷)، کهگیلویه و بویراحمد (۵۱/۶۳)، کردستان (۴۹/۶۵)، بوشهر (۴۹/۰۲) و مرکزی (۴۸/۴۴) نیز فاقد تنش آبی بوده و دارای امنیت کامل آبی می‌باشند. در مورد استان چهارمحال و بختیاری باید اشاره نمود که این استان از لحاظ مولفهٔ منابع در وضعیت مناسبی قرار دارد و از جمله استان‌های پر آب کشور محسوب می‌شود. استان چهارمحال و بختیاری در مولفه‌های دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست نیز در میان استان‌های کشور به ترتیب در جایگاه هشتم، هفدهم، نوزدهم و هفدهم قرار داشته است. بر این اساس به نظر می‌رسد که اصلی‌ترین دلیل قرارگیری استان چهارمحال و بختیاری در طبقهٔ امنیت کامل آبی، منابع فراوان آب آن می‌باشد. استان کهگیلویه و بویراحمد نیز با توجه به مولفه‌های منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست محاسبه شده برای آن در میان استان‌های کشور به ترتیب در جایگاه دوم، بیست و ششم، دوم، سوم و دوازدهم قرار دارد. از این‌رو کاملاً آشکار است که این استان در مولفه‌های منابع، ظرفیت

و مصرف از وضعیت مناسبی برخوردار می‌باشد. استان کردستان نیز به دلیل وضعیت خوبی که در مؤلفه‌های دسترسی، مصرف و محیط زیست دارد در طبقهٔ استان‌های فاقد تنش آبی رتبه‌بندی شده است. در مورد استان بوشهر نیز باید اشاره نمود که این استان در مؤلفه‌های ظرفیت، مصرف و محیط زیست دارای جایگاه اول، هفتم و ششم بوده و در مؤلفه‌های منابع و دسترسی در جایگاه بیست و هشتم و دهم قرار گرفته است. به نظر می‌رسد که قرارگیری این استان در طبقهٔ دارای امنیت کامل آبی عمدتاً به سبب ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی این استان بوده باشد. همچنین در مورد استان مرکزی با بررسی مؤلفه‌های مختلف مشخص شد که این استان در پنج مولفهٔ یاد شده از وضعیت قابل قبولی برخوردار می‌باشد به طوری‌که در مؤلفه‌های منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست به ترتیب در جایگاه چهارم، ششم، نهم، ششم و شانزدهم قرار دارد.

نتایج محاسبهٔ ماتریس ضرایب همبستگی میان مؤلفه‌ها و شاخص فقر آبی در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تمام مؤلفه‌ها به استثنای مولفهٔ ظرفیت دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری با شاخص فقر آبی می‌باشند که این نتیجه با مطالعهٔ ژانگ و همکاران (۲۹) در چین مطابقت دارد. مقدار ضریب همبستگی میان مؤلفه‌ها با شاخص فقر آبی به ترتیب برای مؤلفه‌های منابع، دسترسی، مصرف و محیط زیست برابر است با ۰/۴۵۹، ۰/۶۲۸، ۰/۷۷۶ و ۰/۵۱۸ می‌باشد. از این‌رو از میان مؤلفه‌ها، مؤلفهٔ مصرف ارتباط قوی‌تری با شاخص فقر آبی دارند.

جدول ۷- نتایج ماتریس ضرایب همبستگی میان مؤلفه‌ها و شاخص فقر آبی

Table 7- Correlation coefficient matrix among the components and water poverty index

		مؤلفه منابع Resources	مؤلفه دسترسی Access	مؤلفه ظرفیت Capacity	مؤلفه مصرف Use	مؤلفه محیط زیست Environment	شاخص فقر آبی Water poverty index
Resources	Correlation	1					
	t-Statistic	-----					
	Probability	-----					
Access	Correlation	0.130	1				
	t-Statistic	0.694	-----				
	Probability	0.494	-----				
Capacity	Correlation	0.007	0.244	1			
	t-Statistic	0.037	1.333	-----			
	Probability	0.971	0.193	-----			
Use	Correlation	0.051	0.361	0.129	1		
	t-Statistic	0.268	2.049	0.686	-----		
	Probability	0.791	0.050	0.498	-----		
Environment	Correlation	0.025	0.040	-0.284	0.395	1	
	t-Statistic	0.131	0.214	-1.567	2.276	-----	
	Probability	0.897	0.832	0.128	0.031	-----	
Water poverty index	Correlation	0.459	0.626	0.267	0.776	0.518	1
	t-Statistic	2.737	4.247	1.468	6.514	3.208	-----
	Probability	0.011	0.000	0.153	0.000	0.003	-----

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

بر اساس نتایج جدول ۷ می‌توان اظهار داشت که مؤلفه‌های مصرف و دسترسی دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری هستند. بر این اساس، با افزایش دسترسی به تجهیزات و امکانات مرتبط با آب میزان مصرف آب در استان‌ها افزایش یافته است. ارتباط مثبت میان

مولفه‌های مصرف و دسترسی با مطالعه‌های وان تی و همکاران (۲۸) در ویتنام و ژانگ و همکاران (۲۹) در چین مطابقت دارد. از این رو به نظر می‌رسد که استان‌های کشور اصول صرفه‌جویی در مصرف آب را مد نظر قرار نمی‌دهند. بر اساس نتایج ضرایب همبستگی بین مولفه‌های مصرف و محیط زیست ارتباط مثبت و معنی‌داری برقرار است که این نتیجه با مطالعهٔ ژانگ و همکاران (۲۹) در چین همخوانی دارد. این نتیجه را می‌توان به این مسئله مرتبط دانست که در استان‌هایی که سهم اراضی زراعی آبی آن‌ها از کل زمین‌های کشاورزی کم می‌باشد میزان مصرف کودها و سموم شیمیایی آن‌ها کم‌تر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر وضعیت امنیت آبی استان‌های مختلف با به کارگیری شاخص فقر آبی مورد ارزیابی قرار گرفته است و در ادامه به رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته شد. با توجه به نتایج، استان‌های مختلف کشور از لحاظ دستیابی به منابع، میزان دسترسی، ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی، مقدار مصرف و شرایط محیط زیست تفاوت‌های فراوانی با هم دارند. علاوه بر این به نظر می‌رسد که وضعیت واقعی استان‌های مختلف کشور با آنچه که عقیدهٔ عموم افراد بر آن است، متفاوت بوده است. این مهم بیانگر آن است که قضاوت‌های تک‌بعدی در مورد وضعیت منابع آبی و پتانسیل‌های مناطق ممکن است نادرست باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود تا در راستای برقراری مدیریت یکپارچهٔ منابع آب به طور مداوم با استفاده از رویکردهای جامع‌نگر به ارزیابی وضعیت امنیت آبی مناطق پرداخته شود تا منابع مالی محدود دولت به مناطق واقعی درگیر با مسائل ناشی از ناامنی‌های آبی اختصاص داده شود. به عنوان مثال به کارگیری شاخص فقر آبی در پژوهش حاضر مشخص نمود که استان‌های کشور از لحاظ ابعاد و مولفه‌های مختلف مرتبط با آب دارای چه وضعیتی هستند. بر اساس نتایج، در ایران اولویت اصلی، توجه همه‌جانبه به استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، کرمان، هرمزگان و گلستان می‌باشد که با بحران شدید آبی مواجه‌اند.

با توجه به وضعیت بحرانی استان‌ها در مولفهٔ منابع، توصیه می‌گردد تا دولت با استفاده از تجهیزات و امکانات کنترلی بر میزان مصرف منابع محدود آبی نظارت کند. انجام این مورد در بخش کشاورزی که مصرف‌کنندهٔ بیش از ۹۰ درصد منابع آب کشور می‌باشد، از اهمیت فراوانی برخوردار است. به کارگیری سیاست‌های حمایتی از پروژه‌های تأمین و انتقال منابع آب، تدوین الگوی کشت آب‌اندوز و ترویج صرفه‌جویی در مصرف آب نیز در راستای برقراری مدیریت یکپارچهٔ منابع آب بسیار ضروری است. از طرف دیگر بیش‌ترین مقدار دامنهٔ تغییرات (۶۶/۲) مربوط به مولفهٔ منابع بوده و با توجه به مقدار ضریب تغییرات بالای آن (۱/۰۹) می‌توان اظهار داشت که توزیع منابع آب در میان استان‌های مختلف نامتوازن است. بر اساس این عدم توازن، پیشنهاد می‌شود تا دولت از طریق بازنگری در الگوی تولید محصولات کشاورزی مناطق و هم‌راستایی منابع آب آن‌ها با سیاست‌های ارتقاء سطوح زیر کشت از شدت مشکلات ناشی از تنش آبی بکاهد.

مؤلفهٔ دسترسی نیز پس از مؤلفهٔ منابع، با میانگین ۴۱/۴۸ کم‌ترین مقدار میانگین را در میان مؤلفه‌ها دارا می‌باشد. بر این اساس کاملاً آشکار است که سرمایه‌گذاری پایین در تجهیزات تأمین و انتقال منابع آب و سیستم‌های تخلیه و تصفیهٔ فاضلاب در استان‌های مختلف کشور موجب دسترسی ناکافی بخش‌های مختلف تقاضاکننده به امکانات رفاهی مرتبط با آب شده است. در حالی که استان‌های کشور از لحاظ ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی نسبت به سایر مؤلفه‌ها از وضعیت مناسب‌تری برخوردار هستند. از این رو توصیه می‌گردد که دولت از طریق به کارگیری ظرفیت‌های موجود در استان‌های مختلف کشور به ارتقاء امکانات و تجهیزات رفاهی مرتبط با آب بپردازد.

در مؤلفهٔ مصرف استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان و قم از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند که این مورد بر جایگاه نهایی این استان‌ها نیز اثرگذار بوده و موجب شده است تا آن‌ها در وضعیت بحران شدید آبی به سر برند. علت این مورد در این استان‌ها سرانه مصرف آب خانگی پایین و سهم بالای سطح زیرکشت آبی از کل اراضی کشاورزی می‌باشد. با توجه به این نتایج می‌توان اشاره کرد که اکنون زمان آن رسیده است تا دولت به تخصص‌گرایی فعالیت‌های اقتصادی روی آورد و استان‌های دارای تنش آبی را در افزایش سطح زیر کشت محصولات آبی محدود سازد. در مولفهٔ محیط زیست نیز وضعیت استان‌های قم، اصفهان و کرمان بحرانی است. عمده‌ترین دلیل این نتیجه مصرف بالای کودها و سموم شیمیایی در اراضی کشاورزی این استان‌ها بوده است. این اقدام می‌تواند منجر به افزایش نفوذ مواد آلاینده به منابع آب سطحی و زیرزمینی گردد. لذا، پیشنهاد می‌شود تا دولت بر فروش کودها و سموم شیمیایی به کشاورزان این استان‌ها نظارت نماید و به سایر روش‌های مبارزه با آفات و بیماری‌ها روی آورد.

از طرف دیگر بر اساس نتایج محاسبهٔ ضریب همبستگی مولفهٔ مصرف بیشترین ارتباط خطی را با شاخص فقر آبی دارد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که تمرکز در این مولفه بتواند منجر به بهبود سریع‌تر فقر آبی استان‌های مختلف شود. می‌توان با به کارگیری فناوری‌های نوین و روش‌های پیشرفتهٔ آبیاری از اتلاف منابع آبی جلوگیری نمود تا از این طریق به افزایش منابع آبی پرداخت. بنابراین، توصیه می‌گردد تا از طریق بهبود زیرساخت‌های عرضهٔ منابع آب، منابع آبی محدود در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داده شود. در مورد مولفهٔ محیط زیست نیز با وجود ارتباط خطی مثبت و معنی‌دار با

شاخص فقر آبی توصیه می‌شود که دولت از طریق کنترل عرضهٔ کودها و سموم شیمیایی و اعمال سیاست‌های تشویقی و تنبیهی بر سرعت کاهش مصرف این اقلام بیافزاید. از طرف دیگر می‌توان پیشنهاد کرد که نظارت بر مناطق جنگلی و پوشش‌های گیاهی در استان‌های دارای رتبهٔ پایین افزایش یابد.

منابع

1- Adger W.N., Brooks N., Bentham G., Agnew M., and Eriksen S. 2004. New indicators of vulnerability and adaptive capacity (Vol. 122). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research.

2- Alessa L., Kliskey A., Lammers R., Arp C., White D., Hinzman L., and Busey R. 2008. The arctic water resource vulnerability index: an integrated assessment tool for community resilience and vulnerability with respect to freshwater. Environmental Management 42(3): 523-541.

3- Álvarez B.L., De León G.S., Leal J.A.R., Ramírez J.M., El Colegio De San Luis A.C., and Del Parque F.C. 2015. Water poverty index in subtropical zones: the case of Huasteca Potosina, Mexico. Revista Internacional De Contaminación Ambiental 31(2): 173-184.

4- Awojobi O.N. 2014. Water poverty index: an apparatus for integrated water management in Nigeria. International Journal of Innovation and Applied Studies 8(2): 591.

5- Brooks N., Adger W.N., and Kelly P.M. 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Global Environmental Change 15(2): 151-163.

6- Global Water Partnership (GWP). 2000. towards Water Security: A Framework for Action. GWP, Stockholm. Available at: http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/towards-water-security.-a-framework-for-action.-mobilising-political-will-to-act-gwp-2000.pdf.

7- Global Water Partnership. Technical Advisory Committee (TAC). 2000. Integrated Water Resources Management. Available at: http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf.

8- Jemmali H., and Matoussi M.S. 2013. A multidimensional analysis of water poverty at local scale: application of improved water poverty index for Tunisia. Water Policy 15(1): 98-115.

9- Jonsson A.C., and Wilk J. 2014. Opening up the water poverty index—Co-producing knowledge on the capacity for community water management using the water prosperity index. Society & Natural Resources 27(3): 265-280.

10- Korc M.E., and Ford P.B. 2013. Application of the water poverty index in border colonias of west Texas. Water Policy 15(1): 79-97.

11- Lautze J., and Manthrithilake H. 2012. Water security: Old concepts, new package, what value? In Natural Resources Forum, 36(2): 76-87.

12- Lawrence P.R., Meigh J., and Sullivan C. 2002. The water poverty index: an international comparison. Keele, Staffordshire, UK: Department of Economics, Keele University. Available at: http://www-docs.tu-cottbus.de/hydrologie/public/scripte/lawrence_etal2002.pdf.

13- Li X., Li G., and Zhang Y. 2014. Identifying major factors affecting groundwater change in the North China Plain with grey relational analysis.Water 6(6): 1581-1600.

14- Li X., Wan J., and Jia J.L. 2011. Application of the water poverty index at the districts of yellow river basin. In Advanced Materials Research 250: 3469-3474.

15- Lohani B.N., & Ait-Kadi, M. (2013). Asian Water Development Outlook 2013: Measuring Water Security in Asia and the Pacific. Available at: https://www.think-asia.org/bitstream/handle/11540/742/asian-water-development-outlook-2013.pdf?sequence=1

16- Manandhar S., Pandey V.P., and Kazama F. 2012. Application of water poverty index (WPI) in Nepalese context: a case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB). Water Resources Management 26(1): 89-107.

17- Norman E.S., Dunn G., Bakker K., Allen D.M., and De Albuquerque R.C. 2013. Water security assessment: integrating governance and freshwater indicators. Water Resources Management 27(2): 535-551.

18- Pan Y.H., Gu C.J., Ma J.Z., Zhang T.S., and Zhang H. 2014. Water Poverty Index in the Inland River Basins of Hexi Corridor, Gansu Province. In Advanced Materials Research 864: 2371-2375.

19- Pandey V.P., Babel M.S., Shrestha S., and Kazama F. 2011a a framework to assess adaptive capacity of the water resources system in Nepalese river basins. Ecol Indic 11(2): 480–488.

20- Qiang F., Kachanoski G., Dong L., and Zilong W. 2008. Evaluation of regional water security using water poverty index. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 1(2): 8-14.

21- Rosegrant M.W., Cai X., and Cline S.A. 2002. World water and food to 2025: dealing with scarcity. Intl Food Policy Res Inst.

22- Sullivan C. 2001. The potential for calculating a meaningful water poverty index. Water International 26(4): 471-480.

23- Sullivan C. 2002. Calculating a water poverty index. World development, 30(7): 1195-1210.

24- Sullivan C.A., Meigh J.R., and Giacomello A.M. 2003. The water poverty index: development and application at the community scale. In Natural Resources Forum 27(3): 189-199.

25- Sullivan C., Meigh J., and Lawrence P. 2006. Application of the Water Poverty Index at Different Scales: A Cautionary Tale: In memory of Jeremy Meigh who gave his life's work to the improvement of peoples lives. Water International 31(3): 412-426.

26- United Nations. 2009. Water in a Changing World, United Nations World Water Development Report 3. World Water Assessment Programme.

27- Van Beek E., and Arriens W.L. 2014. Water Security: Putting the Concept into Practice. Global Water Partnership.

28- Van Ty T., Sunada K., Ichikawa Y., and Oishi S. 2010. Evaluation of the state of water resources using modified water poverty index: a case study in the Srepok river basin, Vietnam–Cambodia. International Journal of River Basin Management 8(3-4): 305-317.

29- Zhang R., Duan Z., Tan M., and Chen X. 2012. The assessment of water stress with the Water Poverty Index in the Shiyang River Basin in China. Environmental Earth Sciences 67(7): 2155-2160.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, p. 75-94

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۹۴-۷۵

Assessing the State of Water Security in Provinces of Iran

H. Salami[1*]- E. Taheri Reykandeh[2]
Received: 04-02-2019
Accepted: 25-05-2019

Introduction: Rapid growth in the world population would substantially exacerbate pressure on all resources particularly water resources and consequently would cause difficulties in global food security. In addition, degradation of water resources is one of the greatest environmental challenges facing almost all countries around the world including Iran. In Iran, the situation is even worse as it is located in a dried and low precipitation region. Thus, before Iran reaches at an irrevocable point, it needs to revisit its development policies. In fact, what is considered as a strategic principle in the path of sustainable development is the balance between the development policies and the state of the existing country's natural resources base, specially the water resources. Thus, in order to manage optimal usage of water resources and to coordinate farm land utilization policies and water resource availability in different provinces, information on water security situation in terms of physical, social and economic factors are necessary. The present study seeks to specify the status of water security in provinces of Iran using water poverty index.

Materials and Methods: Given that water security is a multidimensional concept and it is not possible to use one variable to represent its different dimensions, the indicator method is typically used to evaluate this concept. In the present study, the Poverty Index is utilized to measure water security in different provinces of Iran. This index consists of five main water related components including: Resources Accessibility, Capacity, Consumption, and Environment. These components in turns are determined by various variables such as the volume of groundwater resources and annual surface water per person, the variation of rainfall in a 10-year period, number of household having access to public water pipeline, percentage of population having access to urban wastewater collection and disposal services, percentage of population covered by the social security services, literacy rates in the population over the age of 6, rate of participation, GDP at constant prices, employment rate in non-agricultural activities, annual water usages, percentage of irrigated land, amount of fertilizer and pesticides distributed annually, and percentage of protected areas under the management of the Environmental Protection Agency. These variables are first standardized using minimum-maximum method Then, an index for each of the five components are computed. Next, an index of water poverty is calculated for each province by aggregating all five components. At the end, based on the index of water poverty all provinces are classified into Water Unsafe, Lower safe, Moderate safe, Upper safe, and Full Safe provinces.

Results and Discussion: Results revealed that, five provinces, including Sistan va Baluchestan, Qom, Kerman, Hormozgan and Golestan were the most insecure provinces based on the calculated water poverty index. These regions are facing a severe water crisis. Two provinces, including Tehran and Gilan, had lower safe water security. Also, five provinces, consisting of East Azerbaijan, Zanjan, Semnan, Kermanshah and Lorestan faced upper safe situation, while five provinces, including Bushehr, Chahar Mahaal va Bakhtiari, Kohgiluyeh va Boyer-Ahmad, Kurdistan and Markazi had full Safe of water security. Other provinces were ranked in moderate safe status in Iran. The correlation between Water Poverty Index (WPI) and its components indicates that all components are positively and significantly correlated with the Water Poverty Index, except for the capacity item. The magnitudes of the calculated correlation coefficients in this study were 0.459, 0.628, 0.776 and 0.518, respectively for resources accessibility, capacity, consumption, and environment components. The consumption item has the strongest relationship with the Water Poverty Index. Consequently, in order to improve water security, it is recommended that policy makers give priority to this item.

Suggestion: Given that the roots of existing water poverty in different provinces were not the same, it is suggested that water policy makers and planners take into consideration the province-specific factors for setting up the planes aiming to prevent more water insecurity in Iran. From this point of view, the WPI results can be used to prioritize the provinces and understand the roots of water insecurity in each of the provinces. Providing water security or water poverty map for Iran is essential for having a clear understanding of water security

1 and 2- Professor and Ph.D. Student of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran
(*- Corresponding Author Email: hsalami@ut.ac.ir)

situation in different regions in Iran and is recommended. Finally, information provided by WPI can be used in efficient management of water resources in different provinces and at national level.

Keywords: Iran, Water poverty index, Water security